COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 DÉCEMBRE 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« **M. Chevreul** avait retenu la parole pour communiquer quelques notes sur l'histoire de la gélatine, mais la réponse de M. Fremy l'oblige à remettre sa Communication à huit jours. Il *répondra* catégoriquement à ce passage du *Compte rendu :*

« Que *ceux qui, aujourd'hui comme il y a trente ans, critiquent l'emploi* » *alimentaire du* TISSU GÉLATINEUX *songent aux circonstances graves que nous* » *traversons*, et qu'ils *redoutent* de prendre la responsabilité d'*une* OPPOSI- » TION QUI POURRAIT ÊTRE FUNESTE A LA POPULATION PARISIENNE. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'expédition de* M. Janssen; *par* **M. Faye.**

« Quelques journaux ayant paru s'étonner qu'au milieu des circonstances graves où se trouve notre pays le Gouvernement ait confié à M. Janssen la mission d'aller observer une éclipse, j'ai cru qu'il ne serait pas inutile de donner ici quelques explications sur l'importance du but qu'il s'agit d'atteindre.

» On sait que, dans ces dernières années, la théorie physique du Soleil a été l'objet principal des efforts réunis des astronomes et des physiciens. Il ne faut pas s'en étonner : outre l'intérêt, pour ainsi dire im-

médiat, que présente pour nous l'étude de l'astre central de notre système planétaire, le Soleil est en quelque sorte le type de la formation la plus répandue dans l'univers. Étudier le Soleil, c'est étudier en même temps toutes les étoiles qui brillent au ciel, qui ont même origine, et qui passent par les mêmes phases de développement, pour aboutir sans doute au même terme final. La découverte de l'analyse spectrale nous a ouvert, pour cette étude, des voies inespérées; l'un de ses plus beaux résultats est assurément la découverte de cette mince enveloppe d'hydrogène qui entoure le Soleil, mais qui répond si peu aux idées qu'on s'était faites, depuis longtemps, sur une vaste et puissante atmosphère dont beaucoup d'astronomes l'avaient doté. Aujourd'hui, grâce à M. Janssen et à son émule anglais M. Lockyer, on observe journellement les phénomènes étranges que nous présente la chromosphère, et peut-être en aurions-nous déjà la clef, si de graves événements n'étaient venus détourner presque tous les esprits des recherches de science pure.

» Mais qu'y a-t-il au delà de cette chromosphère colorée des teintes rosées de l'hydrogène incandescent? Le Soleil finit-il là? Est-ce là que commence la région où la matière indépendante circule simplement autour du Soleil, sans faire corps avec lui, c'est-à-dire la région des planètes et des comètes? La question est capitale et non encore résolue. C'est celle dont M. Janssen va chercher la solution dans l'Afrique française, tandis que les astronomes italiens se sont déjà préparés à l'attaquer en Sicile, et les astronomes anglais, russes ou allemands en Espagne, à la même date et au même moment, le 22 de ce mois. Ils n'auront que deux minutes pour aborder le problème, car telle est la durée de cette éclipse totale. Sans blesser aucune susceptibilité, sans méconnaître le mérite éminent des observateurs de tous pays qui vont s'échelonner le 22 décembre sur le trajet de l'ombre lunaire, armés de leurs spectroscopes, je crois pouvoir dire que ce serait un malheur pour la science universelle, si M. Janssen y manquait, et que, si les savants étrangers devaient désigner celui de leurs collègues de tous pays dont la présence serait le plus désirable, en cette occasion peut-être décisive, ils s'accorderaient tous à prononcer le nom de celui à qui nous devons la mémorable découverte du mois d'août 1868, que le télégraphe des Indes anglaises annonçait le lendemain à Paris.

» La solution est importante, en effet : elle achèvera de nous fixer sur la constitution de notre système solaire; elle fera disparaître une foule d'hypothèses plus ou moins arbitraires, qui empêchent encore aujourd'hui cette branche de la science de revêtir le caractère positif des autres branches.

Il est certain qu'il existe de la matière à proximité du Soleil; l'auréole des éclipses avec sa lumière régulièrement polarisée en est une preuve indubitable. Mais, cette matière, est-ce celle d'une grande atmosphère gazeuse placée au-dessus de la chromosphère? Alors il faudrait qu'elle fût constituée par un gaz plus léger encore que l'hydrogène; car les éruptions gigantesques d'hydrogène incandescent qui s'élèvent de cette région ne tardent pas à retomber vers la chromosphère, au lieu de monter continuellement comme elles le feraient dans des couches formées d'un autre gaz plus lourd. S'il en était ainsi, la nouvelle analyse inaugurée par M. Kirchhoff nous révélera la nature de ce gaz par les raies particulières qu'il fera naître dans le spectre de l'auréole. Mais cette matière circumsolaire ne serait-elle pas plutôt due à l'enchevêtrement de ces myriades d'anneaux de matériaux cosmiques qui circulent autour du Soleil en produisant pour nous le phénomène des étoiles filantes, ou encore aux effluves cométaires dont une partie doit décrire en tous sens, autour du Soleil, des ellipses plus ou moins allongées? Dans ce cas encore, le spectroscope nous décidera, parce que la lumière réfléchie par ces corpuscules rassemblés et condensés vers leur périhélie devra présenter tous les caractères de celle du Soleil. Reste, il est vrai, le chapitre de l'imprévu, car nos prévisions et nos théories deviennent bien incertaines dans ces régions limites; en tous cas, nous pouvons compter sur M. Janssen pour ce chapitre-là.

» Quoi qu'il en soit, nous voici en présence de l'observation la plus délicate et la plus difficile que l'on puisse concevoir aujourd'hui.

» Un observateur habile risque d'y échouer complétement, s'il ne s'est préparé d'avance à toutes les éventualités. Que l'on songe à la courte durée de cette éclipse, et l'on comprendra qu'il ne suffit pas ici de l'habileté d'analyse incroyable qu'ont acquise, sur des phénomènes permanents et persistants, d'éminents observateurs tels que Huggins, Lockyer, Secchi,...: il faut encore s'être familiarisé comme M. Janssen, par des expéditions antérieures, avec des phénomènes essentiellement fugitifs; il faut avoir comme lui cette inspiration soudaine qui porte à modifier ou à remplacer à l'instant un appareil trouvé insuffisant au moment décisif; il faut posséder enfin une connaissance approfondie et surtout *impartiale* de toutes les théories qui peuvent guider ou aider l'observation.

» C'est pourquoi j'ose dire que les observateurs de toutes nations qui se sont donnés rendez-vous le 22 décembre dans le midi de l'Europe regretteraient vivement l'absence de notre délégué; ils seront heureux, au contraire, d'apprendre de lui que la France, malgré ses désastres passagers, n'a

pas voulu se désintéresser, en cette occasion, d'un mouvement scientifique auquel elle a toujours pris tant de part.

» Pour moi je voudrais que ces rapides explications contribuassent à faire sentir au public que le Gouvernement n'a pas cédé à de minces considérations en accueillant le vœu de l'Académie, et en accordant à notre éminent missionnaire les moyens de représenter la science française dans une circonstance décisive où notre abstention eût été à la fois remarquée et regrettée; je le remercie d'avoir, à l'avance, garanti le passage de M. Janssen en donnant à son excursion un caractère exclusivement scientifique. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Hippophagie; graisses, huiles alimentaires et substances gélatineuses des tissus et des os du bœuf et du cheval;* par **M. Payen.**

« L'hippophagie, en honneur chez plusieurs nations dans les anciens temps, s'est propagée parmi différents peuples jusqu'à nos jours; appliquée avec un remarquable succès par le grand chirurgien militaire Larrey, de l'Institut, elle a été vivement recommandée dans les écrits et les conférences publiques de notre ancien confrère Isidore Geoffroy. M. Decroix, vétérinaire habile, a repris cette œuvre avec un zèle, une activité et une persévérance qu'on ne saurait trop louer, et notre confrère M. de Quatrefages, au nom de la Société protectrice des animaux, lui a donné son puissant concours. Déjà cette utile pratique avait permis d'accroître, dans une certaine mesure, nos ressources en une substance nutritive saine et réparatrice : elle commençait à être favorablement accueillie en France au moment même où l'investissement de la capitale devait bientôt, sous la pression d'une nécessité suprême, dissiper à la fois les préjugés et les répugnances à son égard.

» Dès lors aussi les propriétés utiles de cette chair salubre, de toutes parts remises en lumière, furent généralement admises sans conteste par l'universalité de la nombreuse population parisienne récemment accrue (1),

» Maintes occasions s'étant offertes d'apprécier les produits comestibles de l'abattage des chevaux, les observateurs se sont accordés pour reconnaître les faits suivants.

---

(1) L'usage de la chair du cheval avait été prôné sans succès en Angleterre durant la campagne de Crimée, alors que le manque de viande fraîche imposait de si fâcheuses privations à l'armée britannique, tandis que les soldats français mirent largement à profit cette fortifiante alimentation. (*The horse as a food for man,* by Bicknell.)

» Parmi les animaux de cette espèce, les juments offrent la chair musculaire la meilleure; viennent ensuite les chevaux hongres, s'ils ne sont pas trop âgés ou trop amaigris; les produits obtenus des chevaux entiers occupent, dans cette application, le dernier rang.

» D'après les expériences de personnes très-compétentes, notamment de MM. Dailly, Magne et Reynal, les chevaux abattus en bon état donnent un rendement en viande nette supérieur à celui des bœufs, suivant le rapport de 65 ou 60 à 60 ou 55 pour 100.

» Enfin, suivant les essais et applications en grand dirigés par M. Lesens, chef des salaisons de la marine, la viande de cheval se prête, à l'égal de celle du bœuf, à la meilleure méthode de salaison, tandis que, sous l'action du sel marin, la chair du mouton cède une telle quantité de liquide, qu'elle devient fibreuse et peu sapide.

» De mon côté, espérant faire profiter la science de quelques observations nouvelles, il m'a semblé qu'il serait intéressant de comparer entre elles les substances que l'on pourrait extraire économiquement des os du bœuf et du cheval, et plus particulièrement les graisses contenues dans les cavités des différentes parties du squelette de chacun de ces animaux.

» L'intérêt que peuvent offrir en ce moment quelques-uns de ces produits, surtout au point de vue de l'alimentation publique, m'a décidé à faire connaître les premiers résultats de mes expériences avant que celles-ci fussent terminées.

» Un fait assez remarquable s'est rencontré dans l'examen comparatif des substances grasses contenues : 1° dans les tissus adipeux entre les muscles; 2° dans les portions tubulaires des os longs; 3° dans les extrémités renflées des mêmes os jusqu'à une certaine distance des articulations. Les matières grasses extraites de chacune de ces trois parties offraient des points de fusion différents chez le même animal, plus différents encore entre les deux espèces précitées. Quelques faits suffiront pour démontrer les caractères particuliers qui appartiennent aux substances grasses des trois origines, et qui dépendent sans doute des relations entre l'oléine et les matières grasses neutres solides isolément à la température ordinaire.

» Les matières grasses extraites des différentes parties du bœuf ont présenté les points de fusion suivants :

Extraites des tissus adipeux entre les muscles......	35 à 37 et 40
» de la moelle d'un os long.............	45 à 46
» du bout spongieux du même os..........	» 32,5

» Cette dernière avait été obtenue suivant la méthode usuelle. précé-

demment indiquée (1). On a coupé transversalement le bout renflé de l'os en tranches peu épaisses, comprenant toute la zone externe compacte et la partie interne spongieuse. Ces tranches, soumises à l'action de l'eau bouillante, ont laissé sortir de leurs cavités multiples la graisse liquéfiée que l'on a soigneusement recueillie épurée par le repos en maintenant sa liquidité par une température suffisante.

» Des deux parties de l'os, on a obtenu les produits suivants :

Tranches du bout renflé après traitement par l'eau bouillante et dessiccation	62,09
Graisse extraite	28,75
Eau	9,15
	100,00

» L'os tubulaire, dans sa portion médiane exempte des parties spongieuses et ne renfermant que de la moelle, a donné :

Os cylindrique compacte	77,96
Matière grasse	18,95
Cellules azotées et matières étrangères	3,09
	100,00

» La substance grasse (2), d'un goût si agréable lorsque, dans les os frais du bœuf, elle se trouve, quoique rendue fluide par la température de 100 degrés, retenue dans les cellules du tissu de la moelle; ayant été conservée dans cette expérience plusieurs jours à froid dans l'os tubulaire, exhalait une odeur de suif immédiatement après avoir été extraite à l'aide de l'eau bouillante.

» Les graisses du cheval, obtenues par les mêmes moyens, ont présenté des caractères tout différents.

» La substance extraite des tissus adipeux, consistante à + 15 degrés, était fusible à + 16 à 18 degrés; son odeur, à peine sensible, était plutôt

(1) *Compte rendu* d'octobre 1870, p. 367.

(2) Dès les premières années de ce siècle, on a commencé à extraire, à Paris, la graisse des os par l'eau bouillante en vue de la fabrication des savons de suif, le résidu osseux fut appliqué à la préparation en grand du sel ammoniac, puis du *noir animal;* celui-ci destiné au raffinage du sucre, et plus tard (1811) à l'extraction du sucre des betteraves.

L'application industrielle de l'eau bouillante à l'extraction des matières grasses des *os gras* donne un produit moyen de 6 à 7 pour 100, tandis que le traitement par le sulfure de carbone, procédé dû à M. Deiss, permet d'obtenir 10 à 11 pour 100 des mêmes os.

agréable, rappelant, d'après l'un de nos confrères doué du sens le plus délicat, un léger arome de la pomme.

» La matière huileuse que l'on obtient des extrémités renflées, intérieurement spongieuses [du tibia et du cubitus (1)], exempte de toute odeur sensible, ou plutôt, douée d'un très-léger arome analogue à celui de la précédente, resta fluide à zéro et même jusqu'à 7 degrés au-dessous, et cependant, lorsque sa température fut maintenue durant quelques heures à 7 degrés au-dessus de zéro, elle se prit en une masse translucide dans un tube ayant $1^c,5$ de diamètre, et sans traces apparentes de cristallisation; elle semblait conserver, dans cet état, à la fois sa propriété lubrifiante et une très-légère faculté adhésive capable sans doute de maintenir un utile contact entre elle et les parties frottantes; il serait intéressant de constater ses effets pour adoucir les frottements dans les mouvements d'horlogerie et d'autres mécanismes de précision. Sa prise légère en une masse translucide fit place à une liquidité et une transparence complète dès qu'on éleve de $1\frac{1}{2}$ à 2 degrés sa température $= 8\frac{1}{2}$ à 9 degrés.

» Obtenue constamment ainsi d'organismes bien déterminés, elle serait sans doute exempte des variations que l'on remarque dans des produits analogues désignés sous le nom d'*huile de pieds de bœuf*.

» Ainsi que les deux autres, d'ailleurs, ses propriétés organoleptiques agréables lui assignent un rôle très-utile dans les préparations alimentaires.

» La substance extraite du tissu médullaire contenu dans les mêmes os longs a présenté des propriétés intermédiaires entre les deux précédentes au point de vue de la fusibilité; sensiblement consistante à $+15$ degrés, elle s'est liquéfiée à $+17°,5$ (2).

» Ces trois substances sont évidemment, en effet, susceptibles d'être associées en diverses proportions avec les graisses de bœuf et de mouton, extraites à l'état frais, afin de modifier favorablement à volonté leur consistance et d'améliorer très-notablement leurs propriétés organoleptiques (3).

---

(1) Depuis l'époque (il y a plus d'un mois) où la première Communication de ces résultats fut faite à la Société centrale d'agriculture, la substance huileuse extraite du tissu spongieux des bouts renflés des tibias et cubitus a présenté la plus grande analogie, si ce n'est une identité complète, avec l'huile primitivement extraite de la tête de ces os; il serait digne d'intérêt de rechercher si la portion spongieuse contenue dans une partie du corps cylindroïde des mêmes os longs contiendrait une huile semblable.

(2) Dans les os longs du cheval, la partie spongieuse se prolonge fort avant dans l'intérieur de l'os tubulaire, ne laissant que peu de développement à la moelle libre.

(3) Une Note très-intéressante adressée dans la dernière séance par M. Riche démontre

» A tous les points de vue, il serait intéressant de rechercher quelles influences pourraient exercer sur les propriétés des substances grasses précitées certaines particularités relatives aux races, à la nourriture et à l'état de santé, de maigreur ou d'embonpoint des animaux, avant de les dépecer pour ces expériences; les résultats seraient alors plus nettement comparables et leur signification plus précise.

» On pourrait savoir alors s'il n'y a rien d'exceptionnel dans les faits ci-dessus exposés montrant entre les degrés de fusion de la graisse des tissus adipeux interposés dans les muscles ou sous la peau, et celle qui est contenue dans les os du bœuf, des différences comprises entre 35, 40, 46 et 32 degrés centésimaux, et, relativement au cheval, de 16 à 18 et 8 à 10 degrés.

» Enfin si l'on peut admettre d'une manière très-générale que les substances grasses ou huileuses extraites des différents tissus du cheval offrent des propriétés organoleptiques bien supérieures à celles des corps gras obtenus du bœuf au point de vue de l'alimentation; tout nous porte à croire que les applications utiles de ces substances s'étendront bien au delà des circonstances qui les auront fait naître.

» En ce qui touche le parenchyme des os de cheval, il est facile, contrairement à ce qu'on en avait dit, de l'extraire sous un état convenable pour l'alimentation; il devient alors très-souple, tremblotant, translucide, tel que je le présente préparé depuis trois semaines, et conservé sans altération sous les conditions indiquées dans une Note lue le 11 novembre au Conseil d'hygiène et de salubrité de la Seine.

» En vue de l'extraction économique de ce tissu azoté, dans cet état particulier où les tendons et la peau convenablement désagrégés sans être dissous sont susceptibles de contribuer à la nourriture de l'homme, il convient, de même que pour les os des bœufs et des moutons, d'y consacrer les os minces ou offrant une grande surface à l'action de l'acide (1), réservant pour le travail de la tabletterie les os compactes et d'une épaisseur suffisante.

» Ces indications, de même que toutes celles qui précèdent, ont été justifiées depuis lors par le succès des applications en grand. »

---

que dès aujourd'hui les substances grasses et huileuses extraites des os entrent largement dans l'alimentation publique, seules ou associées aux graisses obtenues des tissus adipeux des animaux des espèces bovine et ovine.

(1) *Compte rendu* du 31 octobre, page 567.

MÉTÉOROLOGIE. — *De la période décemdiurne ou tridodécuple dans les phénomènes atmosphériques et dans leur influence sur l'état sanitaire et physiologique* (troisième Note); *par* **M. Ch. Sainte-Claire Deville** (1).

« L'influence de la période décemdiurne sur le nombre des mortalités étant établie, tout fait penser qu'elle se manifestera aussi dans divers actes physiologiques, la mort n'étant, en définitive, que le dernier de ces actes, ou plutôt l'interruption de tous. C'est cette influence que je me propose de démontrer dans cette troisième et dernière Note.

» Les faits et les observations sur lesquels je m'appuierai proviennent de deux sources très-distinctes. Les premiers émanent d'un document déjà ancien, dont j'ai parlé dans ma précédente Note : les autres sont des observations faites dans ces dernières années, et à mon instigation.

» Le premier document, très-curieux, dont je dois la communication à l'extrême obligeance de M. Renard, bibliothécaire du Dépôt des cartes et plans de la marine, sans titre général et sans nom d'auteur (2), se compose de douze pages in-folio imprimées, et intitulées *Observations météorologiques faites à Mâcon*. Ces observations commencent au 9 janvier 1781 et finissent au 9 janvier 1782, comprenant une année entière, sans lacune ni interruption. On observait trois fois par jour, à 8 heures du matin, à 2 heures et à 10 heures du soir, le thermomètre, le baromètre, l'hygromètre, la *machine électrique*, et seulement deux fois par jour, le matin et le soir, les vents, l'état du ciel et la *manière d'être d'un vaporeux*.

» Le thermomètre était un thermomètre Réaumur, qui, très-probablement, placé derrière des jalousies, n'accusait pas dans toute leur étendue les variations de la température extérieure.

» Les indications du baromètre sont exprimées en pouces et lignes.

» L'hygromètre était sans doute un hygromètre de Deluc; mais, les observations ne portant pas sur l'année entière, je les ai négligées et leur ai substitué les nombres inscrits sous le titre de *machine électrique*, et qui représentent des distances en lignes. Ces distances ne pouvaient être que les

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

(2) Depuis lors, j'ai appris, grâce à l'obligeance et au zèle bibliographique bien connu de M. le Dr Vacher, le nom de l'auteur de ces observations. M. Vacher a découvert, dans les pièces manuscrites de la bibliothèque de l'Académie de Médecine, la preuve que ces observations ont été recueillies par un médecin *électricien*, du nom de *Révillon*. Était-ce lui-même, le vaporeux qu'il observait? Tout semble l'indiquer.

longueurs variables auxquelles on tirait les étincelles de la machine. Le médecin *électricien* pensait avoir ainsi une mesure de la tension électrique de l'air, tandis qu'il n'obtenait, par le fait, qu'une appréciation assez grossière de l'humidité atmosphérique.

» Quant à la *manière d'être d'un vaporeux*, voici comment je l'ai construite. J'ai cherché à traduire en chiffres, de 0 à 10, aussi exactement que je l'ai pu, les indications suivantes que je trouve sous ce titre dans les tableaux de Mâcon :

Souffrance.
Faible souffrance.
Malaise.
Plus faible.
Faible — faiblesse.
Un peu mieux, un peu plus de courage.
Mieux.
Plus fort.
Assez actif.
Assez bien.
Fort.

» J'ai construit et discuté, au point de vue de la symétrie quadruple, les quatre courbes qui résument ces diverses données de l'observation pour chacun des jours de l'année. Ce travail a été publié dans l'*Annuaire de la Société météorologique de France*. Je ne reviendrai pas avec détail sur les résultats que résume une planche de grande dimension ; je ferai seulement quelques réflexions sur la courbe qui représente *la manière d'être d'un vaporeux*, qui rentre dans mon sujet.

» Cette courbe paraît moins accidentée que les trois autres ; mais cela dépend uniquement de la moindre étendue que l'on a attribuée à l'échelle des états physiologiques extrêmes. Il est facile, en effet, de se convaincre, en la décomposant en fragments, qu'elle reflète des conditions assez diverses et qui ne se trouvent pas réparties dans l'année d'une manière quelconque.

» Si l'on cherche, par exemple, les deux nombres extrêmes, on les trouve très-rapprochés l'un de l'autre. Le maximum (6,50) tombe sur le 49e jour quadruple, qui réunit les

8 février, 10 mai, 12 août et 11 novembre,

et le minimum (3,87) sur le 52e jour quadruple, qui réunit les

11 février, 13 mai, 15 août et 14 novembre.

» Les deux moments où notre *vaporeux* s'est trouvé le mieux possible et

le plus mal possible se sont donc rencontrés tous deux dans ces quatre périodes singulières, contenant l'*été de la Saint-Martin*, les intempéries de la *Vierge d'août* et les *Saints de glace* de février et de mai. En jetant les yeux sur les deux premières courbes de la planche, on s'aperçoit aussi que c'est dans ces périodes que se sont produits les plus grands écarts de la température et de la pression barométrique.

» En comparant ainsi le centre de cette période et l'année entière, on trouve les différences suivantes entre la moyenne des 365 jours de l'année (ou des 90 jours quadruples) et celle de 8 jours quadruples, comprenant :

Du 9 au 17 février.
Du 11 au 19 mai.
Du 13 au 21 août.
Du 12 au 20 novembre.

	Température.	Pression barométrique.	Longueur de l'étincelle électrique.	Manière d'être d'un vaporeux.
Moy. de l'année.............	10°,61	750mm,00	7mm,05	5,59
Moy. des 8 jours quadruples...	12,58	747,31	5,98	4,75

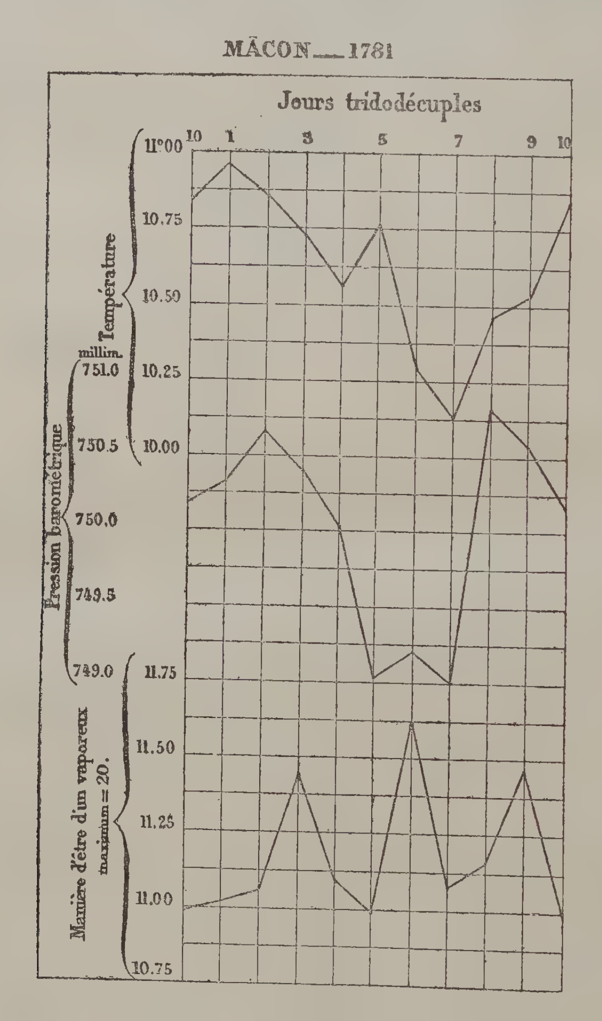
» Il y a donc eu, pour la moyenne des 8 jours quadruples, grande élévation de température, grand abaissement de la pression barométrique, grand accroissement de l'humidité atmosphérique, grand abaissement dans l'état sanitaire de l'observateur : pendant ces trente-deux jours, qui forment quatre groupes opposés dans les quatre saisons de l'année, son état physiologique s'est trouvé, en moyenne, très-inférieur à son état moyen, en même temps qu'il subissait, dans ces mêmes intervalles, les plus grandes oscillations.

» Au reste, les relations qu'on remarque dans le petit tableau précédent entre les quatre éléments variables se maintiennent assez généralement pour l'ensemble des quatre courbes. La *manière d'être d'un vaporeux*, par exemple, ou plutôt la courbe qui la représente a, comme on peut s'en assurer, des inflexions généralement opposées à celles de la courbe barométrique et plutôt parallèles à celles de la courbe qui représente les longueurs d'étincelle. En d'autres termes, le valétudinaire qui s'est ainsi observé pour notre instruction ressentait d'autant plus de bien-être que la pression barométrique était plus faible et que l'air était plus sec.

» Mais ces rapports sont plus frappants encore lorsqu'on soumet ces documents à l'épreuve de la symétrie tridodécuple. On peut s'en assurer en jetant les yeux sur la petite planche ci-jointe, où j'ai réuni les 10 jours tridodé-

cuples pour la température (exprimée en degrés centésimaux), pour la pression barométrique (1), et pour la *manière d'être d'un vaporeux*. Dans cette dernière courbe, j'ai réparti entre 0 et 20 les nombres qui représentent les variations dans l'état sanitaire, doublant, par conséquent, l'échelle qui avait servi pour le reproduire dans la construction des jours quadruples.

MÂCON — 1781



» On voit que les deux courbes inférieures offrent nettement trois

(1) La pression n'est pas ramenée à zéro, faute des indications nécessaires; mais il est évident que cette correction n'aurait ici aucune importance, puisque chaque nombre barométrique est la moyenne de trente-six jours d'observation, répartis à égales distances sur l'écliptique et, par conséquent, donnant, pour leur température moyenne, très-suffisamment la température moyenne de l'année entière.

maxima ou relèvements; le dernier de ces relèvements n'est représenté, dans la première courbe, que par un arrêt sensible dans l'accroissement de la température. En comparant les deux premières courbes (température et pression), on voit, en outre, que, pour les premiers jours tridodécuples, les inflexions semblables de la température précèdent d'un jour celles de la pression, qu'elles semblent concorder vers le septième jour et s'éloignent de nouveau.

» Durant les trente-six jours de l'année condensés dans le huitième jour tridodécuple, la pression moyenne a dépassé de 24 millimètres celle qui s'est manifestée dans les trente-six jours réunis sous le septième jour tridodécuple.

» Quant à la courbe physiologique du *vaporeux*, ses trois maxima et ses trois minima se détachent nettement. On peut remarquer que l'allure de cette courbe est très-concordante avec celle de la deuxième; en d'autres termes, que l'état sanitaire du *vaporeux* de Mâcon, en 1781, s'améliorait généralement quand le baromètre s'élevait, et se détériorait, au contraire, lorsque la pression diminuait. Enfin, notons que le jour tridodécuple qui a correspondu, pour lui, au maximum de bien-être est précisément ce sixième jour, que nous avons vu déjà jouer un rôle si important dans la répartition des températures et dans celle des mortalités.

» La seconde série de documents que je désire discuter aujourd'hui se compose d'observations portant sur la température buccale, le nombre de pulsations par minute et la densité de l'urine.

» La température de la bouche était déterminée en plaçant, pendant cinq à six minutes, au-dessous de la langue, latéralement, un petit thermomètre à maxima Walferdin muni d'un renflement, qui permet de diviser très-largement l'intervalle entre 34 et 40 degrés, et d'évaluer facilement la température à deux centièmes ou même à un centième de degré (1). Tous les mois, chaque thermomètre était placé dans la glace fondante, et comparé vers 35 degrés avec un thermomètre étalon; on tenait compte de la variation possible des corrections.

» La densité de l'urine était mesurée au moyen du densimètre spécial de M. Bouchardat, perfectionné pour la graduation : cette densité était ra-

---

(1) Ces thermomètres, d'une construction irréprochable, sortaient, aussi bien que les *uromètres* dont il va être question, des mains de notre habile constructeur, M. Baudin.

menée à une température constante de 15 degrés, d'après la table construite par ce savant (1).

» Quant au nombre des pulsations, il était déterminé par l'observateur *assis* : car on peut s'assurer que ce nombre est immédiatement accru par la station verticale.

» Chaque observateur expérimentait sur lui-même deux fois par jour, à son lever et à son coucher. Quatre personnes ont pris part à ces expériences (2). Elles ont duré du 22 décembre 1867 au 22 décembre 1869; mais, par diverses circonstances, les deux années n'ont été complètes pour aucun des observateurs, de sorte que je n'ai pu comparer, à ces divers points de vue, qu'une année à la fois. J'ai dû utiliser, tantôt l'année 21 mars 1868-21 mars 1869, tantôt l'année 23 septembre 1868-23 septembre 1869.

» Je rapporterai successivement ce qui a trait à la température buccale, au nombre des pulsations, à la densité de l'urine.

» La partie supérieure de la planche suivante donne, pour les observateurs A, B et C, chacune des dix moyennes tridodécuples de l'année 23 septembre 1868-23 septembre 1869, et la moyenne (ponctuée) des trois courbes. Les quatre courbes de la partie inférieure se rapportent à l'année 21 mars 1868-21 mars 1869, étudiée dans les observateurs B, C et D, et à la moyenne de ces trois courbes tridodécuples.

» En examinant ces huit courbes, on voit de suite qu'elles se divisent en deux parties distinctes; la première moitié offre des discordances, tandis qu'à partir du cinquième ou du sixième jour, toutes les courbes présentent une concordance remarquable. Le maximum du septième jour tridodécuple est frappant partout, précédé du minimum qui varie du cinquième au sixième jour, et suivi du minimum qui varie du huitième au neuvième.

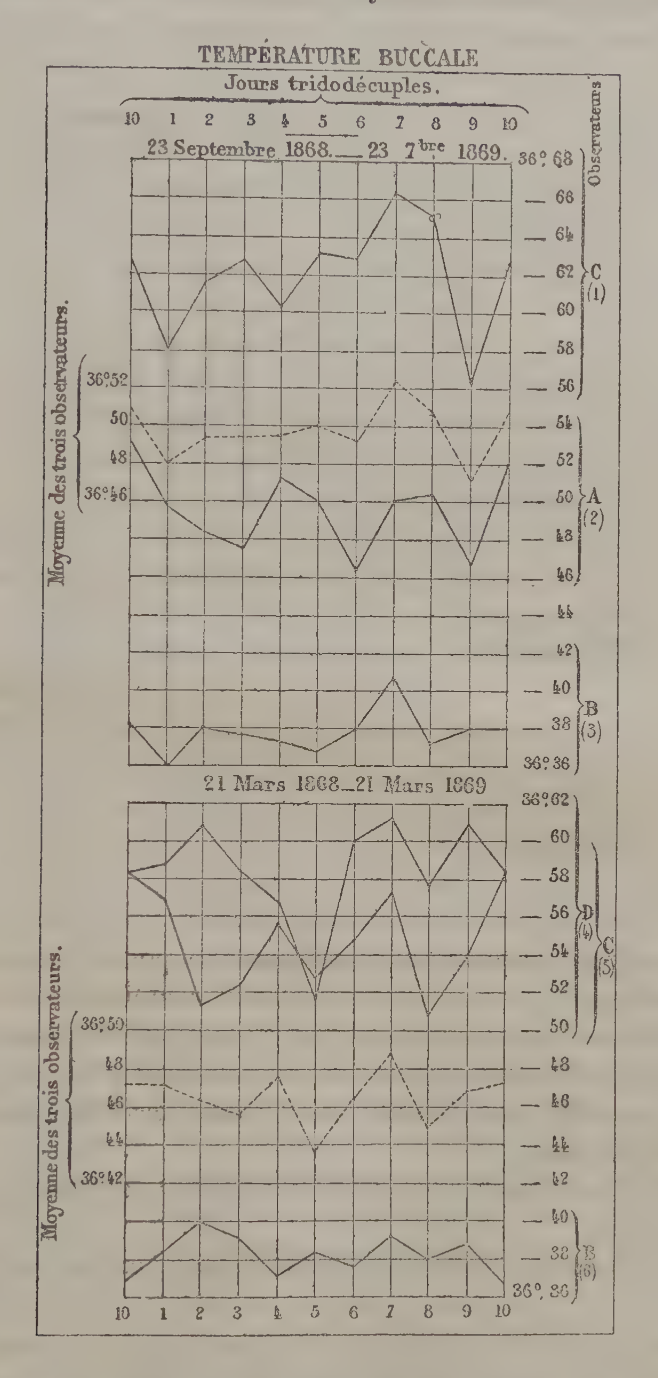
» La première courbe de la planche (p. 834), qui condense les deux moyennes ponctuées, fait ressortir nettement l'oscillation du quatrième au dixième jour, tandis que, du dixième au quatrième, elle est à peine accidentée et n'offre rien d'accentué.

---

(1) *Instruction pour l'usage de l'uromètre de M. Bouchardat;* Paris, Germer-Baillière, 1861.

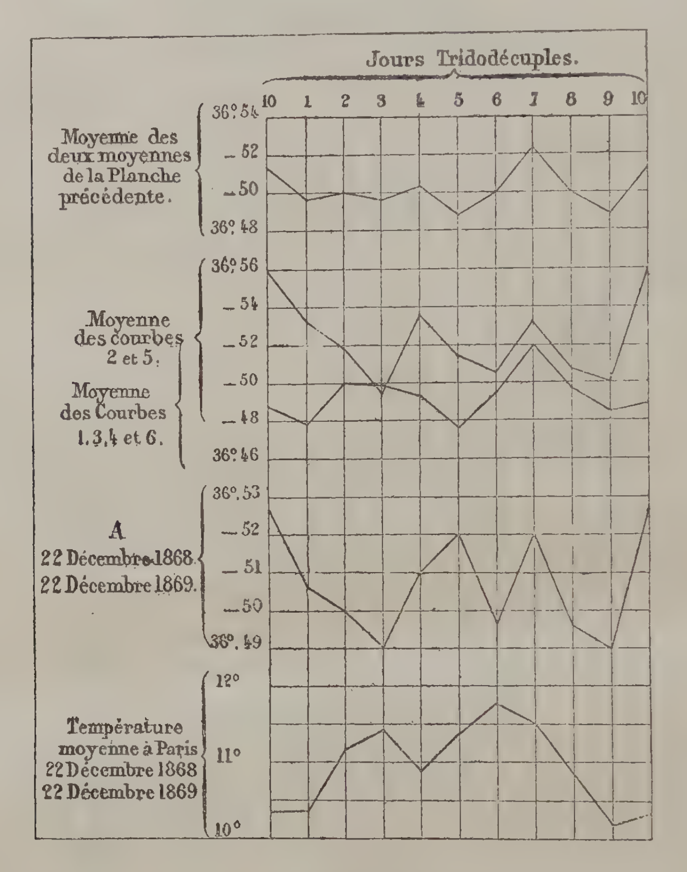
(2) L'observateur désigné par la lettre A avait de 53 à 55 ans; l'observateur B de 31 à 33 ans; l'observateur C de 29 à 31 ans; l'observateur D de 26 à 28 ans. Tous avaient l'habitude des instruments; trois sont docteurs en médecine et anciens internes des hôpitaux.

» Si, au lieu de construire ainsi la moyenne brute des six courbes pleines



de la planche ci-dessus, on les examine séparément, on voit l'oscillation

des cinq derniers jours triodécuples se manifester nettement dans toutes, tandis que, pour la première partie, les courbes (1) et (2) d'une part, les



courbes (4) et (5), de l'autre, sont absolument opposées. On a donc quatre courbes analogues (1, 3, 4 et 6), que l'on peut combiner ensemble, et deux autres courbes analogues entre elles (2 et 5) que l'on peut aussi rapprocher. Il en résulte les deuxième et troisième courbes de la planche (p. 834), qui présentent, en effet, concordance pour les cinq derniers jours, opposition pour les cinq premiers.

» Il y a là, sans doute, un effet d'idiosyncrasie, qui sera du ressort du physiologiste (1).

» Cette dernière conclusion est confirmée par l'examen de la quatrième

---

(1) Mon but n'étant nullement ici une étude physiologique, je n'insiste point sur les caractères particuliers du mouvement de la température chez les divers observateurs. On voit, néanmoins, en comparant les deux courbes B, d'un côté, et, de l'autre, les trois

courbe, qui représente les dix jours tridodécuples de la température buccale pour l'observateur A, pendant l'année normale du 22 décembre 1868 au 22 décembre 1869. Cette courbe offre les mêmes inflexions que la seconde.

» Enfin, j'ai établi un point de comparaison entre la température buccale et la température de l'air, en construisant les dix jours tridodécuples pour la température moyenne observée à l'Observatoire de Paris, pendant cette même année (22 décembre 1868, 22 décembre 1869) (1).

» On voit, en premier lieu, que cette courbe, très-simple, présente nettement deux minima et deux maxima. Le plus élevé de ces deux maxima tombe encore au sixième jour tridodécuple, sur lequel j'ai déjà si souvent appelé l'attention dans mes précédentes Notes. La symétrie tridodécuple s'applique donc parfaitement à la température de cette année (2).

» En second lieu, si l'on compare cette courbe à celle de la température buccale de l'observateur A, durant le même intervalle, on remarque que ces deux courbes sont, au moins pour les six premiers jours, presque entièrement opposées dans leurs allures. Les deux maxima des 3e et 6e jours pour l'air correspondent, pour la température buccale, à deux minima. Les quatre derniers jours concordent assez bien. Des deux côtés, le minimum absolu tombe sur le 9e jour.

» Ce seul exemple ne suffirait assurément pas pour établir la généralité du fait : mais c'est une circonstance qu'il n'est peut-être pas inutile de signaler aux physiologistes.

» Si l'on voulait avoir quelque appréciation numérique des écarts de température humaine qui résultent de ces recherches, on verra, par la courbe C (1), que, pour l'observateur C, du 23 septembre 1868 au 23 septembre 1869, la température des 36 jours simples qui constituent le 7e jour

---

courbes C(1), D(4) et C(5), le contraste de ce que l'on pourrait appeler, chez l'homme, un *climat tempéré* avec un *climat extrême*. On va voir des contrastes analogues pour le nombre des pulsations et la densité des urines.

(1) J'ai pris les moyennes diurnes données par les *Bulletins de statistique municipale*, et conclues des observations de 9 heures matin, midi, 9 heures soir et minuit. Les dimanches et jours de fête, les observations trihoraires ne se faisant pas, j'ai pris la moyenne du maximum et du minimnm diurnes; et, quand ces derniers éléments manquaient aussi, j'ai conclu la moyenne diurne par interpolation, au moyen des trois stations de Versailles, de Saint-Maur et d'Aubervilliers.

(2) La somme des 36 températures moyennes de ce sixième jour tridodécuple dépasse de 55°,8 la somme des températures moyennes du neuvième.

tridodécuple, a dépassé de 3°,6 la température des 36 jours simples du 9ᵉ jour tridodécuple.

» La courbe moyenne (première de la planche de la page 834), qui se rapporte aux quatre sujets, observés pendant dix-huit mois, donne, pour différence entre les 216 jours simples du 7ᵉ jour tridodécuple et les 216 jours simples du 9ᵉ jour tridodécuple : 0°,035. Si l'on considérait ce nombre comme peu différent de ce que donnerait pour un an, 21 juin 1868—21 juin 1869, la moyenne des 2000000 d'habitants de Paris, il en résulterait que leur température moyenne pendant les 36 jours simples du 7ᵉ jour tridodécuple a dépassé d'environ 70000 degrés leur température moyenne pendant les 36 jours simples du 9ᵉ jour tridodécuple (1).

» J'arrive au nombre des pulsations artérielles par minute. Trois observateurs (A, B, D) ont pris part à ce genre d'observations. Les deux premières courbes de la planche (p. 837) sont calculées d'après les périodes d'observations. Elles ne présentent, en quelque sorte, aucun trait commun; l'allure des premiers jours est presque opposée. Cela dépend évidemment de ce que le caractère idiosyncrasique s'impose là plus encore que dans le phénomène de la température du corps. On s'en convainc en examinant les deux dernières courbes de la planche, dans lesquelles, au lieu de combiner des natures opposées à ce point de vue, j'ai fait abstraction des périodes communes d'observation et réuni ensemble les tempéraments semblables. Si l'on compare la moyenne des deux courbes B avec la moyenne des courbes A et D, on voit nettement dans la première trois minima et trois maxima, tandis que la seconde ne présente que deux inflexions d'une grande simplicité. On remarquera encore que le maximum absolu chez les observateurs A et D, tombe le 5ᵉ jour tridodécuple, comme l'un des maxima du sujet B; de sorte que, si l'on combinait ces deux courbes, leur moyenne donnerait pour le 5ᵉ jour une saillie notable. Quant au minimum absolu dans ces diverses courbes, il tomberait, en moyenne, sur le 7ᵉ jour tridodécuple, c'est-à-dire sur celui qui a donné le maximum absolu pour la température buccale.

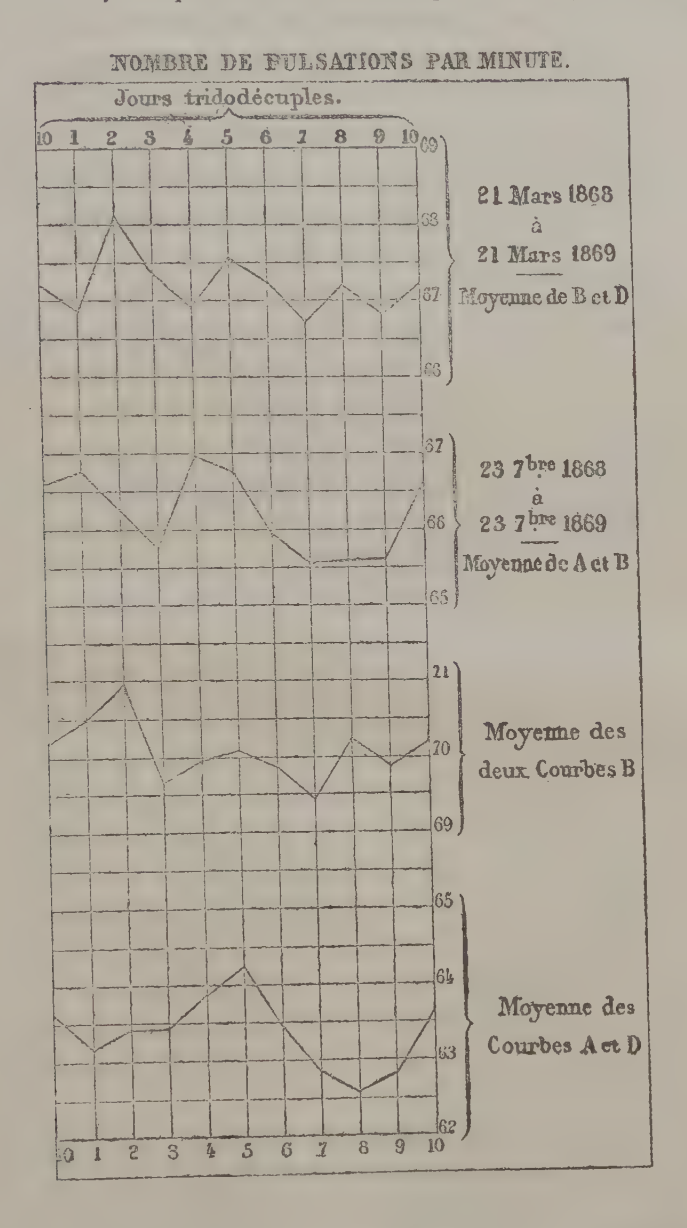
» Au point de vue des appréciations numériques, on trouve que, chez

---

(1) Le 7ᵉ jour tridodécuple se composerait, durant cette année, des jours suivants : 27 juin; 8, 19, 30-31 juillet; 10, 20, 30 août; 9, 19, 29 septembre; 10, 20, 30 octobre; 9, 19, 29 novembre; 8, 18, 28 décembre 1868; 7, 17, 27 janvier; 6, 16, 26 février; 7, 17, 27 mars; 6, 17, 27 avril; 8, 18, 28 mai; 7, 17 juin 1869. On obtiendrait la composition du 9ᵉ jour tridodécuple en augmentant de deux jours la date de chacun de ces 36 jours simples.

l'observateur A, du 23 septembre 1868 au 23 septembre 1869, pendant les trente-six jours simples qui constituent le quatrième (ou le cinquième)

NOMBRE DE PULSATIONS PAR MINUTE.

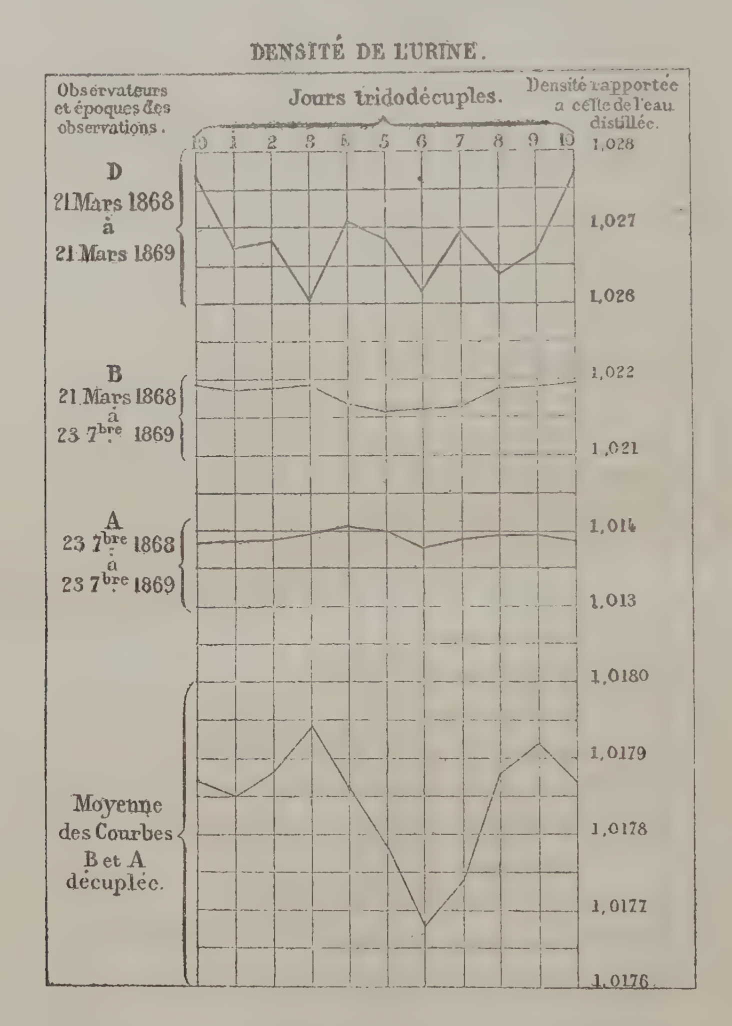


jour tridodécuple, le nombre des battements du pouls a dépassé d'environ 140 500 le nombre des pulsations des trente-six jours simples du huitième jour tridodécuple. Pour l'observateur D, du 21 mars 1868 au 21 mars 1869, la différence des battements du pouls entre les trente-six jours

simples du sixième jour tridodécuple et les trente-six jours simples du premier jour tridodécuple a été de 109400 environ.

» Il me reste encore à mentionner les résultats obtenus de la détermination de la densité de l'urine par les trois observateurs A, B et D.

DENSITÉ DE L'URINE.



» En jetant les yeux sur la planche ci-dessus, on s'aperçoit que les aptitudes individuelles sont encore plus marquées dans cet ordre d'observations que dans les deux précédents. En effet, les trois premières courbes représentent, à la même échelle, les dix jours tridodécuples des densités urinaires rapportées à celle de l'eau distillée, pour l'observateur D, du 21 mars 1868 au 21 mars 1869; pour l'observateur B, du 21 mars 1868 au 23 septembre 1869; enfin, pour l'observateur A, du 23 septembre 1868 au

23 septembre 1869. La première courbe n'a aucune affinité avec les deux autres, ni pour l'étendue des variations, qui est quatre fois plus grande, ni même pour les allures générales, puisqu'elle présente trois maxima au lieu de deux qu'on remarque dans les dernières. Mais celles-ci, au double point de vue de l'étendue et de la forme des oscillations, peuvent évidemment se combiner, et c'est ce que j'ai fait dans la quatrième courbe, en construisant leur moyenne sur une échelle décuple. Le minimum très-net du sixième jour tridodécuple, qui est aussi représenté dans la courbe D, coïncide avec le maximum de la température de l'air pendant la période correspondante et appelle encore une fois notre attention sur ce sixième jour tridodécuple, que j'ai tant de fois signalé dans le cours de ces trois Notes.

» Tel est l'ensemble de faits que je désirais soumettre aux physiologistes. Je ne me dissimule pas combien le petit nombre des sujets observés, tous soumis d'ailleurs à l'existence, en quelque sorte, factice des habitants d'une ville immense, a dû influencer ces résultats (1). Néanmoins, il me sera permis de faire remarquer que l'anomalie même des conditions donne un *à fortiori* à mes conclusions, puisque des hommes à l'abri de ces influences anormales, des cultivateurs, par exemple, ou, mieux encore, des religieux qui, comme les trappistes, associeraient à une vie active des habitudes d'une extrême régularité, seraient sans doute plus directement soumis aux conditions naturelles. J'aurais rempli mon but si je pouvais décider quelques physiologistes, disposant de moyens bien supérieurs à ceux que j'ai utilisés, grâce au dévouement de mes zélés collaborateurs (2), à contrôler, soit chez l'homme, soit chez les animaux, la réalité de cette influence périodique des variations de l'atmosphère sur les phénomènes de la vie. »

M. Ch. Sainte-Claire Deville communique, à l'appui des réflexions présentées, dans la dernière séance, par M. Dumas, la Lettre suivante, qui lui est adressée par M. F. Denis :

« L'Académie, dont vous êtes un Membre si zélé, ayant pris, avec une chaleur qui l'honore, le parti de nos aérostiers, utiles en ce moment à tant de titres, je viens vous communiquer un fait échappé jusqu'à ce jour à la discussion. J'ai retrouvé, parmi les papiers de mon excellent père, un opus-

(1) Résultats incomplets aussi; car, avec la densité de l'urine, par exemple, il eût fallu déterminer le volume du liquide expulsé dans les vingt-quatre heures.

(2) Auxquels je demande la permission d'exprimer ici toute ma gratitude.

cule très-rare, publié, il y a près de cinquante ans, par Coutelle, l'intrépide commandant des aérostiers de l'armée de Sambre-et-Meuse (1). Je vous signale, dans le récit de cet homme de bien, qui fut aussi un savant plein de zèle, deux Notes précieuses, parce qu'elles sont opportunes, établissant comment les Allemands entendaient jadis la législation militaire en matière de navigation aérienne. Un demi-siècle, à peine écoulé, n'a pu changer aux yeux des peuples le droit impérissable de l'humanité. Voici ces deux Notes :

Note 22, p. 9. — « Je reçus l'ordre de faire une reconnaissance sur Mayence : je me plaçai entre nos lignes et la place, à une demi-portée de canon; le vent était fort, et pour lui opposer plus de résistance, je montai seul avec plus de 200 livres d'excès de légèreté. J'étais à plus de 150 toises d'élévation, lorsque trois bourrasques successives me rabattirent à terre avec une si grande force, que plusieurs des barreaux qui soutenaient le fond de la nacelle furent brisés. Chaque fois le ballon s'est élevé avec une telle vitesse que soixante-quatre personnes, trente-deux à chaque corde, ont été entraînées à une grande distance. Si les cordes avaient été fixées à des grappins, ainsi qu'on me l'avait proposé, il n'y a pas de doute qu'elles eussent été cassées si le filet n'avait pas été rompu.

» L'ennemi n'a pas tiré; cinq généraux sont sortis de la place en élevant des mouchoirs blancs sur leur chapeau. Nos généraux que j'en ai prévenus ont été au-devant d'eux; lorsqu'ils se sont rencontrés, le général qui commandait la place a dit au général français : « Monsieur le général, je vous demande en grâce de faire descendre ce brave officier; le » vent va le faire périr; il ne faut pas qu'il périsse par un accident étranger à la guerre; » c'est moi qui ai fait tirer sur lui à Maubeuge. »

» Le vent s'est un peu calmé, alors j'ai pu compter à la vue simple les pièces de canon sur les remparts, ainsi que tous ceux qui marchaient dans les rues et sur les places. »

Note 23, p. 9. — « Nous étions campés sur les bords du Rhin, devant Manheim, lorsque le général qui nous commandait m'envoya en parlementaire sur l'autre rive. Aussitôt que les officiers autrichiens eurent appris que je commandais l'aérostat, je fus accablé de questions et de compliments; un officier, qui avait passé avec moi, observa que, si mes cordes cassaient, je pourrais être exposé si je tombais dans le camp ennemi. « Monsieur » l'ingénieur aérien, répondit un officier supérieur, les Autrichiens savent honorer les » talents et la bravoure; vous seriez traité avec distinction. C'est moi qui vous ai fait voir » le premier, pendant la bataille de Fleurus, au prince Cobourg, dont je suis l'aide de » camp. »

» Je lui observai qu'on ne devait pas, suivant l'usage, m'interdire l'entrée de la place, puisqu'en m'élevant sur l'autre rive, je plongeais sur la ville.

» Le général qui y commandait envoya le lendemain l'autorisation de me faire voir la place si notre général consentait à m'y faire passer. »

---

(1) Voici le titre de la brochure de Coutelle : *Sur l'aérostat employé aux armées de Sambre-et-Meuse et du Rhin.* C'est un extrait de la *Bibliographie de la France*, du 25 avril 1829.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq Membres qui sera chargée de juger le concours de Mécanique (fondation Montyon), pour l'année 1870.

MM. Morin, Delaunay, Dupuy de Lôme, Combes, Phillips réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Liouville, Pâris, Ch. Dupin, Bertrand, Villarceau.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

AÉROSTATION. — *Sur un procédé de réchauffement méthodique du gaz d'un aérostat, par la combustion d'une partie de ce gaz lui-même, pour compenser les pertes de force ascensionnelle.* Note de **M. Bouvet.** (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Morin, Delaunay, Dupuy de Lôme.)

« Un des obstacles les plus fréquents à la longue durée des voyages aériens est la déperdition du gaz qui s'échappe par l'enveloppe du ballon et qu'il est impossible de renouveler. D'un autre côté, la provision nécessairement limitée de lest qu'emporte l'aéronaute le force d'atterrir après un parcours relativement restreint, ce qui est, comme on l'a vu dernièrement encore, un très-grand inconvénient.

» Pour arriver à obvier aux descentes trop rapides des aérostats, il faut compenser la perte de force ascensionnelle provenant de l'endosmose et de l'exosmose, en dilatant le gaz du ballon; en un mot, en combinant sous une même enveloppe l'action de la montgolfière et celle du ballon à gaz.

» On sait que les gaz sont facilement dilatables : leur coefficient de dilatation est à peu près égal à $\frac{1}{273}$. D'autre part, la capacité calorifique du gaz d'éclairage est 0,35, et sa puissance calorifique est représentée par le produit du poids de 1 mètre cube de gaz par la puissance calorifique de 1 kilogramme de ce gaz, soit $0^{kil},558 \times 12500 = 6975$ calories par mètre cube.

» Le gaz à dilater est celui du ballon, et c'est la combustion d'une partie de ce gaz qui produira la chaleur nécessaire.

» Appliquons ces données à un ballon d'une capacité de 2000 mètres cubes de gaz. La perte de gaz par heure sera, au plus, de 20 mètres cubes,

soit une perte de force ascensionnelle égale à $20 \times 0^{\text{kil}},735 = 14^{\text{kil}},700$, ce qui nécessite une dépense de $14^{\text{kil}},700$ de lest par heure pour se maintenir à la même hauteur.

» Après la première heure de marche, le volume du ballon se trouve réduit à 1980 mètres cubes; pour compenser la perte de force ascensionnelle qui en résulte, il faudra augmenter le volume de l'aérostat, non pas de la capacité qu'il aura perdue, mais d'une quantité telle, *que le poids de l'air ainsi déplacé par l'excédant de volume provenant de la dilatation du gaz, soit égal à la perte de force ascensionnelle*, et cette quantité sera représentée par la formule

$$\frac{14^{\text{kil}},700}{1^{\text{kil}},293} = 11^{\text{mc}},361.$$

» Cet énoncé se vérifie facilement. En effet, la force ascensionnelle du ballon au départ est représentée par

$$(1) \qquad F = VP - Vp \quad \text{ou, en simplifiant,} \quad F = V(P - p),$$

F étant la force ascensionnelle du ballon au départ; V le volume du gaz du ballon et, par suite, le volume d'air déplacé; P le poids de 1 mètre cube d'air, et p le poids de 1 mètre cube de gaz (la température t est supposée la même pour l'air et pour le gaz).

» En représentant par v le volume de gaz perdu au bout d'une heure, la force ascensionnelle réduite F′ sera représentée par

$$(2) \qquad F' = (V - v)P - (V - v)p = V(P - p) - v(P - p).$$

» Si donc, pour compenser cette perte représentée par $v(P - p)$ on dilate le gaz du ballon, la température de l'air et, par suite, le poids P resteront bien les mêmes, mais la température t du gaz augmentant, le poids p du mètre cube de gaz diminuera et deviendra p'.

$$p' = \frac{p}{1 + \alpha t_1},$$

α étant le coefficient de dilatation du gaz, t_1 l'augmentation de température.

» En représentant par v' l'augmentation de volume du ballon qui résulte de l'augmentation de température, on a

$$(V - v)p = (V + v' - v)\frac{p}{1 + \alpha t'}.$$

» En représentant par F″ la force ascensionnelle du ballon dans cette

nouvelle phase, on trouve

(3) $$F'' = (V - v)P + v'P - (V + v' - v)\frac{p}{1+\alpha t};$$

mais comme on a

$$(V + v' - v)\frac{p}{1+\alpha t} = (V - v)p,$$

l'égalité (3) devient

(4) $$F'' = (V - v)P + v'P - (V - v)p.$$

» En comparant l'égalité (4) à l'égalité (2), on voit que

$$F'' = F' + v'P;$$

mais de la comparaison des égalités (1) et (2) il résulte que

$$F = F' + v(P - p);$$

donc pour que $F'' = F$, il faut que

(5) $$v'P = v(P - p).$$

» De cette dernière égalité, on déduit la valeur de v',

$$v' = \frac{v(P-p)}{P}.$$

Il est évident que $P > P - p$. Donc $v > v'$; ce qui montre bien qu'il faudra dilater le gaz du ballon d'une quantité v' moindre que le volume v de gaz perdu. Cette quantité v' sera obtenue en multipliant le volume de gaz perdu par la force ascensionnelle $P - p$ de 1 mètre cube de gaz et en divisant ce produit par le poids P de 1 mètre cube d'air à la température extérieure; ce qui conduit à la formule et au nombre $11^{\text{mc}},361$ donnés précédemment.

» Ainsi le ballon dont le volume primitif était 2000 mètres cubes et qui se trouve réduit à 1980 mètres cubes à la température t conservera la même force ascensionnelle qu'au départ, si son volume est porté par la dilatation du gaz à $1980 + 11,361$ ou $1991^{\text{mc}},361$ à la température t'; cette température est égale à t, la température primitive, plus t_1 qui représente l'accroissement de température de gaz du ballon.

» Cherchons donc la valeur de t_1 et ce qu'il en coûte pour l'obtenir. L'augmentation de volume à produire par rapport au volume total est

égale à $\frac{11,361}{1980} = \frac{1}{174}$ environ. Le coefficient de dilatation du gaz étant $\frac{1}{273}$, la valeur de t_1 sera donnée en divisant $\frac{1}{174}$ par $\frac{1}{273}$; $t_1 = \frac{273}{174} = 1^\circ,57$. Cette faible augmentation de la température intérieure du ballon sur celle de l'air ambiant n'aura pas d'influence dangereuse. (Dans les montgolfières, cette différence atteint 50 et 70 degrés sans inconvénient.)

» Cherchons maintenant ce que coûtera cette augmentation de température. Le volume réduit du ballon est 1980 mètres cubes; la capacité calorifique du gaz, 0,35; l'augmentation de température à produire, 1°,57. Le nombre de calories à produire sera donc égal à

$$1980 \times 0,35 \times 1^\circ,57 = 1088 \text{ calories.}$$

» La puissance calorifique de 1 mètre cube de gaz d'éclairage étant représentée par 6975 calories, on voit qu'il faudra moins de $\frac{1}{6}$ de mètre cube de gaz pour produire la compensation nécessaire. Ainsi, en brûlant $\frac{1}{6}$ de mètre cube de gaz, c'est-à-dire en perdant une force ascensionnelle égale à $\frac{0,735}{6} = 0^{gr},122$, on peut compenser une perte de force ascensionnelle, représentée par $0^{kg},735 \times 20 = 14^{kg},700$; ce qui revient à dire qu'en brûlant 1 gramme de gaz on gagne $120^{gr},5$ de force ascensionnelle. On voit par là de quelle immense ressource peut disposer l'aéronaute par l'emploi de ce système.

» Le gaz nécessaire à la combustion vient du ballon même où il est puisé par une pompe qui l'amène d'abord dans un petit réservoir placé dans la nacelle pour se rendre de là au foyer, ou *réchauffeur* construit en métal et enveloppé d'une double toile métallique. »

Après avoir exposé en détail comment il entend l'application de son procédé aux ballons ordinaires, l'auteur ajoute ; « Le réchauffeur étant en métal, l'endosmose et l'exosmose ne peuvent, à la pression ordinaire, se produire, et, par suite, il ne se formera pas de mélanges détonants. La double enveloppe en toile métallique est d'ailleurs une garantie de plus contre les chances d'explosion.

» Je terminerai cette Note par quelques considérations générales sur l'emploi de ce réchauffeur dans les ballons dirigeables.

» Le moteur à air dilaté par la combustion du gaz d'éclairage que j'ai proposé, laisse échapper du piston des gaz brûlés qui, après avoir produit leur effet mécanique utile, ont encore une température de 200 à 250 degrés; si, au lieu de perdre ces gaz dans l'atmosphère, on les fait arriver en tout

ou en partie dans le réchauffeur, *ils céderont au gaz du ballon une partie de leur chaleur qui ne coûte rien, puisqu'on la laisse perdre habituellement.*

» Ce réchauffeur est l'analogue, en quelque sorte, du *condenseur* des machines à vapeur, seulement la vapeur est ici remplacée par les gaz brûlés, et l'*eau* de condensation par le *gaz du ballon*.

» En employant les moteurs à vapeur, une partie de la vapeur d'échappement, dirigée dans le réchauffeur, produirait le même effet que les gaz brûlés dont l'arrivée serait réglée à volonté dans le réchauffeur.

» Sans entrer dans plus de détails sur ce dispositif, dans lequel, pour éviter la contre-pression sur le piston, on pourrait donner au réchauffeur la forme d'un siphon, je me résume en disant que le réchauffeur, par son emploi facile et économique, en même temps que par les grandes facilités qu'il donnerait à l'aéronaute, pourrait sans doute être appliqué, sous une forme différente peut-être, à tous les aérostats en général, pour augmenter la commodité, la durée et la sécurité des voyages aériens dans les différentes phases qui les composent. »

L'Académie reçoit, de M. **Gailhard**, une Note relative à un procédé de préparation du gaz destiné aux aérostats; de M. **Bazin**, un projet de télégraphie électrique aérienne, réalisable au moyen d'aérostats; de M. G. **Trouvé**, une Note relative à deux machines aérostatiques; de M. J. **Bernis**, un « Mémoire sur l'aérostatique transcendante, précédé d'une Note sur la navigation aérienne »; de M. **Brachet**, une nouvelle Note, sur le parti à tirer de l'aérostat de Meusnier; de M. Ch. **Delcourt**, quelques Notes complémentaires, sur son projet d'aérostat dirigeable.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Morin, Delaunay, Dupuy de Lôme.)

M. G. **Lambert** soumet au jugement de l'Académie un projet de communication entre Paris investi et la province.

(Commissaires : MM. Delaunay, Dupuy de Lôme.)

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Sur la formule de la vitesse du son.* Note de **M. J. Moutier**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Si l'on considère un corps de poids égal à l'unité, occupant le volume v à la température t et à la pression p, la quantité de chaleur nécessaire pour produire une transformation élémentaire est

$$dQ = l\,dv + c\,dt = C\,dt + h\,dp,$$

suivant que l'on prend pour variables indépendantes le volume et la température, ou bien la température et la pression. Les coefficients C, c, l représentent la chaleur spécifique sous pression constante, la chaleur spécifique sous volume constant et la chaleur latente de dilatation; le coefficient h, qui n'a pas reçu de nom particulier, est lié, comme on sait, à la chaleur latente de dilatation par la relation

$$h = l\frac{dv}{dp},$$

dans laquelle dv est l'accroissement de volume correspondant à un accroissement de pression dp, la température étant supposée constante.

» Si la transformation élémentaire s'accomplit sans que le corps reçoive de chaleur de l'extérieur, $dQ = 0$,

$$l\,dv + c\,dt = 0, \quad C\,dt + h\,dp = 0.$$

» Si l'on élimine l entre ces trois dernières équations, on a

$$dv - \frac{c}{C}\frac{dv}{dp}dp = 0. \tag{1}$$

» D'ailleurs, si l'on considère la température du corps comme une fonction de p et de v,

$$dt = \frac{dt}{dv}dv + \frac{dt}{dp}dp;$$

par suite, lorsque la température du corps demeure invariable, $dt = 0$,

$$\frac{dt}{dv}dv + \frac{dt}{dp}dp = 0. \tag{2}$$

» Si l'on appelle α et α' les coefficients de dilatation sous pression con-

stante et sous volume constant,

$$\frac{dt}{dv} = \frac{1 + \alpha t}{v\alpha}, \quad \frac{dt}{dp} = \frac{1 + \alpha' t}{p\alpha'} \, (*),$$

d'où l'on déduit immédiatement, au moyen de la relation (2),

$$\frac{dv}{dp} = -\frac{v}{p} \times \frac{\alpha}{\alpha'} \times \frac{1 + \alpha' t}{1 + \alpha t}.$$

» En reportant cette valeur dans l'équation (1), on a

(3) $$dp = -\frac{C}{c} \times \frac{p}{v} \times \frac{\alpha'}{\alpha} \times \frac{1 + \alpha t}{1 + \alpha' t} dv.$$

» Cette équation fait connaître la variation de pression qui accompagne une variation infiniment petite de volume, lorsque le corps ne reçoit pas de chaleur de l'extérieur; c'est par conséquent *la loi de détente élémentaire sans variation de chaleur.*

» Proposons-nous d'en faire l'application à la propagation du son dans les gaz. Considérons un cylindre indéfini dont la section soit égale à l'unité de surface, et supposons qu'un piston placé à l'orifice du cylindre se déplace d'une quantité infiniment petite ε pendant un temps infiniment petit θ. Si l'on désigne par V la vitesse du son, pendant le déplacement élémentaire du piston le son s'est propagé à une distance de l'orifice égale à $V\theta$, et comme la section est supposée égale à l'unité, le volume gazeux $V\theta = v$ a diminué de $\varepsilon = -dv$. Il en résulte que la pression primitive p du gaz contenu dans le cylindre éprouve un accroissement dp déterminé par la relation (3)

$$dp = \frac{C}{c} \times \frac{p}{V\theta} \times \frac{\alpha'}{\alpha} \times \frac{1 + \alpha t}{1 + \alpha' t} \varepsilon.$$

» Si l'on appelle Δ la masse de l'unité de volume du gaz, l'accroissement de pression dp met en mouvement la masse gazeuse $\varepsilon\Delta$ et lui communique, au bout du temps infiniment petit θ, la vitesse V,

(4) $$dp = \varepsilon\Delta \frac{V}{\theta}.$$

» En égalant ces deux valeurs de dp, on obtient, pour la valeur de la vitesse du son dans un gaz,

$$V = \sqrt{\frac{p}{\Delta} \times \frac{C}{c} \times \frac{\alpha'}{\alpha} \times \frac{1 + \alpha t}{1 + \alpha' t}}.$$

(*) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 807.

» La formule ainsi obtenue, indépendamment de toute hypothèse particulière sur les propriétés du gaz, ne diffère de la formule de Newton, après la correction de Laplace, que par l'introduction de deux facteurs voisins de l'unité et déterminés par les expériences de M. Regnault. Ces facteurs se réduisent à l'unité dans le cas des gaz parfaits, c'est-à-dire des gaz qui suivent les lois de Mariotte et de Gay-Lussac; c'est le cas considéré habituellement. « En résumé, comme le remarque M. Regnault (*), la » théorie mathématique n'a abordé jusqu'ici la propagation des ondes que » dans un *gaz parfait,* c'est-à-dire dans un *fluide idéal* qui réunit toutes les » propriétés que l'on a introduites *hypothétiquement* dans le calcul. On ne » s'étonnera donc pas de voir que les résultats de mes expériences soient » souvent en désaccord avec la théorie. »

» Si l'on calcule le rapport des deux chaleurs spécifiques, non plus d'après la loi de détente, qui suppose le gaz parfait, mais d'après les principes de la théorie mécanique de la chaleur, indépendamment de toute hypothèse sur les propriétés du gaz, comme j'ai essayé de le faire dans une précédente Communication, le désaccord entre la théorie et l'expérience, dans certains cas, n'est qu'apparent. Prenons comme exemple le rapport des vitesses du son dans l'acide carbonique et dans l'air à la température de la glace fondante; le rapport des deux chaleurs spécifiques est 1,326 pour l'acide carbonique et 1,409 pour l'air (**). En appliquant la formule précédente, on trouve aisément pour le rapport des vitesses du son, dans ces deux gaz à zéro, le nombre 0,7827; le rapport donné par les expériences de M. Regnault sur la conduite de 567 mètres de longueur est 0,7848 (***). La valeur calculée ne diffère de la valeur fournie par l'observation que de $\frac{1}{373}$ (****).

(*) *Mémoires de l'Académie des Sciences,* t. XXXVII, p. 541.

(**) Les éléments du calcul sont pour l'air, d'après les expériences de M. Regnault, $C = 0{,}23771$ entre -30 degrés et $+10$ degrés, $\alpha = 0{,}003670$, $\alpha' = 0{,}003665$; on retrouve le même nombre 1,409 si l'on prend pour C la valeur 0,23751 relative à l'intervalle de zéro à 200 degrés.

(***) *Mémoires de l'Académie des Sciences,* t. XXXVII, p. 130.

(****) On peut remarquer que les expériences sur la vitesse du son dans les gaz permettent de déterminer le rapport des deux chaleurs spécifiques avec plus d'exactitude que les expériences faites jusqu'ici sur la détente des gaz sans variation de chaleur. Cela tient à ce que l'établissement de la formule relative à la vitesse du son repose uniquement sur la loi de *détente élémentaire* donnée par l'équation (3) et applicable à tous les gaz, tandis que l'on ne sait au juste quelle est la loi de *détente finie* pour un gaz autre que les *gaz parfaits.* Si la

» Un raisonnement analogue au précédent conduit également à la formule de la vitesse du son dans les liquides. Reprenons l'équation (1) et appelons μ la diminution de l'unité de volume pour un accroissement de pression égal à l'unité de poids,

$$-\frac{dv}{v\,dp} = \mu, \quad dp = -\frac{C}{c} \times \frac{1}{\mu v}\,dv.$$

» Si l'on reporte cette valeur dans l'équation (4), on obtient, après réduction, pour la valeur de la vitesse du son dans un liquide,

$$V = \sqrt{\frac{1}{\mu\Delta} \times \frac{C}{c}}. \text{ »}$$

ZOOLOGIE HISTORIQUE. — *Sur l'introduction et la domesticité du porc chez les anciens Égyptiens; par* **M. F. Lenormant.**

« L'histoire des animaux domestiques est un sujet particulièrement intéressant, mais il présente encore de très-grandes obscurités. La zoologie n'est pas, croyons-nous, complétement en mesure de résoudre à elle seule tous ces difficiles problèmes par l'étude des races actuellement subsistantes. Il lui est nécessaire de remonter dans le passé, en appelant à son aide les secours, jusqu'à présent un peu trop négligés par elle, que peuvent lui fournir les sciences de l'érudition, principalement l'archéologie des monuments figurés et la philologie comparative, l'une recueillant les images, souvent très-précieuses, des espèces domestiques élevées chez les divers peuples civilisés du monde antique, l'autre permettant de suivre dans bien des cas, à l'aide de la filiation des noms, la transmission de ces espèces de peuple en peuple et de remonter ainsi très-près du berceau premier de leur domestication.

» Dans cette série d'études sur les animaux domestiques de l'ancienne Égypte, que l'Académie a daigné accueillir avec tant de bienveillance, nous n'avons pas la prétention d'apporter la solution de questions que les maî-

---

loi de détente $pv^m =$ const. est applicable à l'acide carbonique, le coefficient de détente m doit avoir pour valeur

$$m = -\frac{v}{p}\frac{dp}{dv} = \frac{C}{c} \times \frac{\alpha'}{\alpha} \times \frac{1+\alpha t}{1+\alpha' t}.$$

Aux températures voisines de zéro m devrait être égal à 1,326. Les expériences directes sur la détente des gaz fournissent une valeur un peu plus faible, en supposant la relation $pv^m =$ const. exacte pour l'acide carbonique.

tres de la science ont laissées indécises. Notre seule ambition est de fournir aux études des naturalistes un certain nombre de faits précis, empruntés à l'archéologie et à la philologie, qui puissent servir d'éléments dans des recherches ultérieures. Ces faits, croyons-nous, ne leur seront pas sans quelque utilité, et nous nous regarderions comme amplement récompensé de nos investigations patientes si elles pouvaient indiquer aux zoologistes quelques filons à suivre dans l'ordre de sujet auquel elles se rapportent.

» Ainsi, en groupant aujourd'hui dans une nouvelle Note les principaux faits que nous avons pu recueillir sur l'histoire du porc dans l'antiquité égyptienne, nous ne prétendons pas examiner et encore moins décider les questions graves qui se soulèvent au sujet de cet animal et divisent les savants; ni celle de savoir si notre cochon domestique dérive, comme on le pense le plus généralement, du sanglier de nos forêts, ou bien, comme le prétend Link (*Urwelt*, t. I, p. 387), d'une espèce sauvage particulière que l'on rencontre en Perse; ni celle de savoir si pour cet animal, comme pour plusieurs autres, diverses espèces sauvages distinctes n'ont pas été réduites en domesticité dans des pays différents, donnant ainsi naissance aux principaux types des variétés domestiques, si, par exemple, notre cochon commun et le cochon de Siam n'étaient pas à l'origine spécifiquement différents. Notre but est plus restreint et plus modeste : il s'agit seulement de suivre l'histoire et le rôle de l'animal dans une des plus importantes civilisations des âges antiques, et de déterminer autant que possible l'époque où il fut introduit, ainsi que la région d'où il venait.

» Le porc n'est pas en effet un des animaux domestiques de la civilisation primitive de l'Égypte. On ne le trouve jamais mentionné dans les textes ni de l'Ancien ni du Moyen Empire, et sa figure est aussi totalement absente des monuments de ces deux grandes périodes de la culture égyptienne, où les représentations de la vie quotidienne tracées sur les parois des tombeaux nous font passer en revue toutes les espèces élevées alors dans la vallée du Nil. Et non-seulement les scènes agricoles représentées par les artistes de ces deux époques ne montrent jamais le cochon domestique, ce qui donne le droit d'affirmer qu'il n'était point alors connu en Égypte, mais, circonstance plus extraordinaire, le sanglier lui-même ne figure jamais dans les scènes de chasse où tant d'autres animaux tombent sous les flèches du veneur et sont poursuivis par ses chiens. Cependant il est difficile de douter qu'il dût être dès lors abondant au milieu des marais de la Basse-Égypte, comme il l'est encore aujourd'hui, où beaucoup de fellahs

musulmans se nourrissent de sa chair, en dépit des préceptes du Coran. Mais cette absence du sanglier dans les représentations de vénerie des anciens Égyptiens, qui se continue à toutes les époques dont nous possédons des monuments, s'explique par l'idée d'impureté absolue que la religion égyptienne attachait au porc sauvage et domestique, idée qui empêchait de le considérer comme gibier de chasse et de le manger. Il est donc probable que si les paysans de la Basse-Égypte devaient tuer le sanglier comme une bête malfaisante pour défendre leurs champs de ses ravages, on ne lui faisait pas de chasse régulière, et qu'il n'était pas conforme aux usages de se vanter d'avoir percé de ses traits cet animal impur.

» La notion d'impureté attachée par le sacerdoce de l'Égypte au porc, soit sauvage, soit domestique, est signalée par Hérodote (II, 47), dont les monuments confirment pleinement le témoignage; c'est là qu'elle a été puisée par Moïse comme tant d'autres prescriptions rituelles de sa loi, bien que l'esprit de la religion nouvelle qu'il instituait fût diamétralement opposé à l'esprit de la religion de l'Égypte. Dans la théorie pharaonique le porc était un des animaux consacrés à Set ou Typhon, l'antagoniste d'Osiris, la personnification la plus puissante du principe mauvais, ténébreux et infernal. Le *Rituel funéraire* donne fréquemment l'épithète injurieuse de « porc » aux monstres typhoniens que le défunt rencontre sur sa route dans l'autre monde et qu'il doit combattre avant de parvenir à la béatitude finale.

» Le rôle symbolique de cet animal est alors identique à celui de l'hippopotame, emblème d'un emploi plus ancien avec lequel il s'échange fréquemment. La *Grande dévorante de l'Enfer*, un des principaux génies du monde ténébreux, chargée de châtier les âmes coupables, est représentée le plus souvent sous la figure d'un hippopotame femelle ou bien avec une tête d'hippopotame sur un corps de lionne; mais dans quelques-unes des tombes royales de la XXe dynastie à Biban-el-Molouk (Champollion, *Monuments de l'Égypte et de la Nubie*, t. III, *Pl. CCLXXII*), et sur certains sarcophages de la XXVIe dynastie, comme celui de *T'aho*, au Musée du Louvre (De Rougé, *Catalogue des monuments égyptiens du Louvre*, D-1), elle est figurée sous les traits d'une truie que des génies en forme de singes cynocéphales chassent loin de l'âme juste qui passe au tribunal d'Osiris. C'est probablement cette *Grande dévorante de l'Enfer* que représentent les images d'une truie en terre émaillée ou en autres matières que l'on trouve parmi les amulettes suspendues au cou des momies d'une certaine époque.

» Dans les bas-reliefs si curieux du temple d'Edfou (époque des Ptolémées)

relatifs au mythe d'Horus, que M. Édouard Naville a récemment publiés (*Textes relatifs au mythe d'Horus recueillis dans le temple d'Edfou*, Genève, 1870, in-fol.), l'artiste, guidé par les indications sacerdotales, a retracé en plusieurs tableaux la vengeance que le fils d'Osiris tire du meurtre de son père en tuant à son tour Set ou Typhon, transformé « en un hippopotame rouge. » Dans les derniers tableaux la figure d'un porc se substitue à celle de l'hippopotame, pour représenter le dieu malfaisant. Et quand on en vient aux prescriptions rituelles du sacrifice qui se célébrait dans le temple pour commémorer et symboliser la victoire d'Horus, il est ordonné de faire « un cochon en pâte » et de le découper en morceaux comme fut découpé le corps de Typhon. C'est là bien évidemment le sacrifice dont parle Hérodote (II, 47) : « Les Égyptiens sacrifient un porc à la Lune et à » Dionysus (Isis et Osiris), une fois dans l'année, dans une pleine lune.... » Après en avoir brûlé la queue, la rate et la graisse du ventre, ils mangent » alors la chair de l'animal, mais le reste de l'année elle est absolument » interdite. Les pauvres font, à la place, des cochons de pâte qu'ils dé- » coupent après les avoir fait cuire. » Et ce qui achève de démontrer l'identité des deux cérémonies, c'est qu'Hérodote place la sienne à la pleine lune et qu'un précieux passage d'Eusèbe (*Præpar. evang.*, III, 12) assigne au mythe de la lutte d'Horus contre Typhon, transformé en hippopotame, le caractère de personnification d'un phénomène lunaire.

» L'idée d'impureté que la religion attachait ainsi au porc chez les anciens Égyptiens explique pourquoi cet animal ne fut pas réduit en domesticité ni élevé par eux pendant toute la durée des âges primitifs, où leur civilisation avait son caractère le plus original et le plus à part, sans aucune des influences étrangères qui commencèrent à agir au temps des conquêtes asiatiques de la XVIIIe et de la XIXe dynastie; pourquoi aussi le sanglier, indigène dans une portion de leur pays, ne fut jamais considéré par eux comme un gibier noble, représenté sur les monuments. Nous avons peut-être trop insisté sur cette question, qui n'intéresse que bien peu la zoologie, appartenant plutôt au domaine de l'archéologie pure. Il nous a paru cependant assez curieux de montrer l'origine de la prescription relative à l'impureté de la viande de porc, qui, adoptée dans la loi mosaïque, a passé de là dans l'islamisme, lequel la maintient encore en vigueur chez un grand nombre de peuples. »

La séance est levée à 5 heures. É. D. B.

ERRATUM.

(Séance du 5 décembre 1870.)

Page 802. — Rectifier de la manière suivante la phrase concernant les pays dans lesquels les premiers conquérants avaient constaté l'habitude de mâcher la coca en secondant l'action sur les glandes salivaires par l'addition de la chaux vive.

« Le champ d'observations était, au moment de l'arrivée des Espagnols, beaucoup plus vaste qu'il ne le fut peu après, puisqu'il s'étendait de l'ouest à l'est depuis l'État de Nicaragua où la plante, comme nous l'apprend Oviedo (livre VI, chapitre xx), était connue sous le nom de *Yaat*, qu'elle perdait en approchant de la Magdalena pour prendre celui de *Hayo*, qu'elle conservait jusqu'au delà des bouches de l'Orénoque, tandis que du nord au sud on pouvait la suivre tout le long de la Cordillère des Andes et du littoral de l'océan Pacifique jusqu'aux dernières limites du Pérou. »